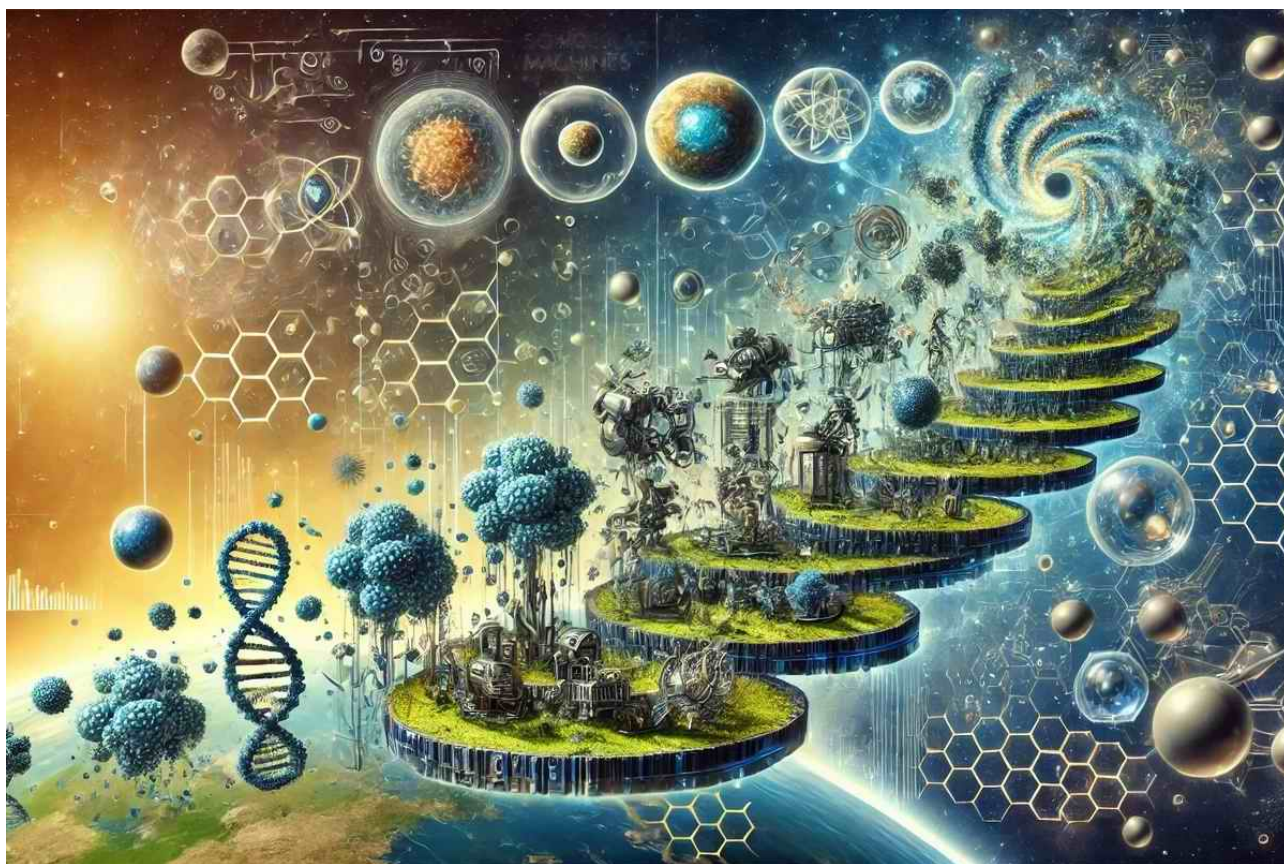


Жизнь как машина: ученые предлагают революционную теорию живых систем



Дата публикации: 10.02.2025

Что такое жизнь? Этот вопрос уже столетиями волнует философов, ученых и мыслителей. От простейших микроорганизмов до сложных экосистем — живые системы демонстрируют невероятное многообразие, но что делает их «живыми»? Два ведущих ученых предлагают смелую теорию: жизнь — это бесконечный каскад машин, создающих машины.

Исследователи Цви Тлусты из Ульсанского национального института науки и технологий (Южная Корея) и Альберт Либхабер из Центра физики и биологии Рокфеллеровского университета (США) предложили концептуальную модель, которая объединяет принципы физики, биологии и информационных наук. В своей работе они анализируют жизнь как структуру, состоящую из множества взаимосвязанных уровней, где на каждом уровне происходят процессы создания новых машин.

Основная идея этой концепции заключается в том, что жизнь представляет собой иерархическую систему, где каждая составляющая сама по себе является

механизмом, обеспечивающим работу других механизмов. На самом микроуровне действуют молекулярные машины, такие как ферменты и ионные насосы, обеспечивающие клеточный метаболизм. Поднимаясь выше по иерархической лестнице, мы видим, как клетки образуют ткани, органы, организмы и целые биосферы.

Интересно, что идея жизни как машины не нова. В XVII веке философ и математик Готфрид Лейбниц писал, что «машины природы, то есть живые тела, остаются машинами в своих мельчайших деталях и до бесконечности». Этот взгляд, который ранее казался чисто философским, сегодня получает научное подтверждение в работах современных физиков и биологов.

Тлусты и Либхабер развили эту концепцию, формируя её в четкую математическую модель. Они описали живые системы как двойной каскад, который простирается на восемнадцать порядков величины в пространстве и тридцать — во времени. Такой взгляд позволяет связать процессы на атомном уровне с глобальными явлениями, такими как эволюция видов и функционирование биосферы.

Одним из ключевых аспектов новой теории является понятие критической точки — особого масштаба, где происходит переход от индивидуальных самовоспроизводящихся машин к сложным экосистемам. Ученые установили, что эта точка соответствует пространственному масштабу порядка 1 микрона (размер типичной бактерии) и временному масштабу около 1000 секунд (период жизнедеятельности микроорганизмов).

Этот момент в эволюции является критическим, потому что именно здесь жизнь начинает активно взаимодействовать со средой, а отдельные организмы объединяются в сообщества. Именно в этом масштабе начинается формирование экосистем, где микроорганизмы работают как коллективные «машины», перерабатывая вещества, обеспечивая круговорот элементов и поддерживая баланс всей биосферы.

Предложенный подход помогает объяснить фундаментальные аспекты жизни с точки зрения физики. В традиционных теориях биология описывает жизнь как совокупность химических реакций, но новая модель предлагает взглянуть на этот процесс через призму системного анализа.

Если рассматривать жизнь как процесс обработки информации, то можно увидеть, что каждый уровень биологической организации передает информацию следующим уровням. ДНК несет **генетический код**, белковые молекулы обеспечивают работу **клеточных механизмов**, клетки взаимодействуют между собой, образуя ткани, а организмы передают накопленный опыт следующему

поколению. Таким образом, жизнь можно интерпретировать как процесс хранения, передачи и преобразования информации, что делает её не просто химическим, но и вычислительным феноменом.

Предложенная теория открывает новые горизонты для изучения жизни не только на Земле, но и за её пределами. Если жизнь — это каскад машин, создающих машины, то можно ожидать, что даже в самых экстремальных условиях, например на ледяных спутниках Юпитера или в атмосферах экзопланет, мы найдем организмы, которые функционируют по тем же принципам.

Кроме того, понимание жизни как системного процесса может повлиять на разработку искусственного интеллекта и биоинженерии. Если мы сможем воспроизвести принципы, лежащие в основе самоорганизации биологических систем, это поможет создать более сложные и адаптивные технологии, от искусственных клеток до автономных роботов.

Этот новый взгляд на жизнь представляет собой важный шаг к формированию универсальной теории живых систем. В будущем разработка математических языков, описывающих такие системы, может привести к созданию формального определения жизни, что окажет влияние на широкий спектр научных дисциплин — от биологии и физики до компьютерных наук и философии.

Как сказал профессор Тлусты, «эта работа закладывает концептуальную основу для разработки математических языков, которые воплощают отличительные черты жизни». Новый формализм может не только объяснить, как зарождалась жизнь на Земле, но и помочь нам понять, где еще во Вселенной она могла бы возникнуть.

Ссылка: «Жизнь запускает каскад машин» DOI: [10.1073/pnas.2418000122](https://doi.org/10.1073/pnas.2418000122).